

(社) 日本ロボット学会 ロボット工学セミナー 第 61 回シンポジウム

「記号・言語を基盤としたロボットの智能化技術」

日時：2010 年 11 月 29 日 (月) 10:00~18:00

会場：東京大学 工学部 2 号館 222 講義室

参加者数：55 名

オーガナイザー：高野 渉 (東京大学)

概要

言語は人間特有の記号システムであり、ロボットの智能化においても必要不可欠である。近年のロボットの記号化を基盤とした智能化技術の流れは、自然言語処理や言語の構成論的進化計算に近づき、共通した計算論が見え始めている。そして、今後益々ロボットの言語を用いた智能化は加速していくと予想される。このようなパラダイムにおいて、多分野を横断する言語の計算要素を如何に組み込み・統合・発展させていくかという設計論を抜きにしてロボットの知能を語ることはできなくなるであろう。

そこで、本セミナーでは自然言語処理、音声認識処理、ロボットの言語獲得、言語の進化計算の領域で言語を研究されておられる先生方をお招きして、言語を如何にして数理モデルとして表現することができるのかについてご講演して頂きました。また、講演後に東京大学大学院知能機械情報学専攻の研究室見学会(國吉・原田研究室、中村・高野研究室)を開催いたしました。以下に、各御講演の内容を報告致します。

第 1 話 Google 日本語入力を支える情報処理技術 (Google 工藤 拓)

工藤先生には、大量のウェブページ上にある言葉に関する情報を用いて言語モデルを構築する手法とその応用例として Google 日本語入力システムについて御講演頂きました。日本語入力システムの基盤技術は、打ち込まれたひらがな入力を適切な漢字混じり文に変換する機能であり、ここに統計モデルが利用されています。単語の並びを統計的に表現した「言語モデル」と漢字がどのように読まれるかを表現した「読みモデル」を併用することで可能性の高い変換候補が出力されます。さらに、膨大な言語から言語辞書を作成するための圧縮技術、構築した変換システムの評価方法について簡単に説明頂きました。

第 2 話 ロボット聴覚における音声認識技術 ~ロボット智能化に向けて~

(ホンダリサーチインスティテュート 中臺 一博)

中臺先生には、音を認識・理解するためのロボット聴覚に関する研究について御講演頂きました。入力音声信号から対応する文章を出力する音声認識は、音素グループ毎を表現した音響モデル、音素列と単語の対応を表す単語辞書、単語間の繋がりを表す言語モデルから構成されます。従来の音声認識システムでは、入力信号のノイズ・ノイズ除去した分離音の歪・未知語に対するモデルの脆弱性等の問題がありました。このような問題に対する解決法として、雑音を低減するための音源分離・音声強調手法、歪んだ音声特徴を無視するミッシングフィーチャー理論の紹介、および音声認識で用いられているネットワーク文法や統計モデルの解説をして頂きました。また、上記の技術が詰まったロボット聴覚オ

オープンソースソフトウェア HARK に関する御紹介をして頂きました。

第3話 マルチモーダルカテゴリーライゼーションに基づく概念形成と語意の獲得

(電気通信大学大学院 長井 隆行)

長井先生には、ロボットが様々な感覚を通じて実世界から概念・語彙を獲得する研究について御講演して頂きました。物事を分類することが重要であり、分類から性質や機能を予測することや分類結果と単語を繋げることでロボットは言語を獲得することができるようになる。そこで、ロボットが感じるマルチモーダル情報（視覚・聴覚・触覚情報）を統計モデル（Latent Dirichlet Allocation）によって分類する手法、一部の情報から他の情報を推測する計算方法について解説して頂きました。また、マルチモーダルを分類する統計モデルに単語を組み込むことによって語彙の接地に関する研究も紹介されました。マルチモーダルな情報と単語の統計的ネットワークに現れるクラスター構造からロボットが概念・語意を獲得する可能性を示して頂きました。

第4話 言語と記号のコミュニケーションの進化 ～ロボットコミュニケーションの設計原理へ向けて～

(北陸先端科学技術大学院大学 橋本 敬)

橋本先生には、言語がどのように複雑・構造化され現在の言語に至ったかを探る言語進化の研究および記号プロトコル・コミュニケーション創発の認知実験結果について御講演頂きました。言語の一面として単語や文章の意味は、その一部の意味の組み合わせの関数であるとする合成性がある。この言語の普遍的性質がどのようにして進化・獲得されてきたのかを探求するためのシミュレーション方法論について解説して頂きました。また、始めは意味のない記号を使って2人のプレーヤがある課題を達成する実験（コーディネーションゲーム）を通じて、プレーヤが記号に意味を付与することや記号の組み合わせによって情報を伝達する傾向があることを示す研究結果を御紹介いただきました。意味の不明な記号から共通言語が創発される現象、獲得された言語に見られるセマンティクス・シンタックスの特徴からロボットと人間のコミュニケーションの設計論に関する一考察を説明頂きました。

まとめ

本セミナーでは、言語を獲得するロボットの知能化技術を構築するための基礎としてロボット研究のみならず様々な分野における言語研究を勉強することを目的として、4名の先生方から御講演を頂きました。一見統一感のないセミナーであるとも見えますかもしれませんが、自然言語処理、音声認識、マルチモーダル情報の分類、言語進化の進化計算は統計確率計算を基盤としており、互いに繋がる予感を感じさせます。このような共通認識を持っておられるであろう講師先生方、セミナーに参加された皆様に、セミナーを盛り上げて頂きました御礼を申し上げます。また、セミナー開催に尽力下さったロボット学会事務局、会場を提供して下さいました東京大学機械工学科および見学会を快諾下さりました研究室に感謝の意を表します。

高野 渉（東京大学）



第61回シンポジウム

記号・言語を基盤としたロボットの知能化技術

日時：2010年11月29日（月）

会場：東京大学本郷キャンパス工学部2号館222講義室（文京区本郷7-3-1）

アクセス：http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_04_03_j.html

定員：70名（定員になり次第締め切ります）

参加費：会員／協賛学会員8,400円、学生（一律）4,200円、会員外12,600円（税込）

口上：言語は人間特有の記号システムであり、ロボットの知能化においても必要不可欠である。近年のロボットの記号化を基盤とした知能化技術の流れは、自然言語処理や言語の構成論的進化計算に近づき、共通した計算論が見え始めている。そして、今後益々ロボットの言語を用いた知能化は加速していくと予想される。このようなパラダイムにおいて、多分野を横断する言語の計算要素を如何に組み込み・統合・発展させていくかという設計論を抜きにしてロボットの知能を語ることはできなくなるであろう。本セミナーでは、自然言語処理における統計学に立脚した言語モデルやその応用としての日本語解析・音声認識技術の使用法、ロボットの感覚情報から概念・言語獲得のための設計論、およびシミュレーションを基盤とした言語・コミュニケーション創発の構成論について講演して頂きます。

オーガナイザー：高野 渉（東京大学）

WEB サイト：「日本ロボット学会主催・共催行事 最新情報」よりご確認ください、

<http://www.rsj.or.jp/events/>

講演内容：

<開会挨拶・講師紹介>

10:00～10:20 東京大学 高野 渉

ロボットの記号化・言語を基盤とした知能化研究について概説する。日本語解析・音声認識技術等に用いられている計算モデルとの共通点を示すことで、如何に各講演の技術が有機的に結び付くかを説明します。また、各計算要素が統合されることによって、どのような新たなロボットの知能の広がりや生まれてくるかを紹介します。

第1話 Google 日本語入力を支える情報処理技術

10:30～11:30 Google 工藤 拓

本講演では、Google 日本語入力に使われている様々な自然言語情報処理技術を紹介いたします。Google 日本語入力は、これまでのインプットメソッドの設計にとらわれない新しいアプローチで設計されています。日本語入力システムは様々なアプリケーションとして協調して動作する必要がありますため、高い堅牢性とセキュリティ保護機構が必要となります。発表ではまず、Google 日本語入力の内部設計に触れ、それらが堅牢性とセキュリティ保護にどう貢献しているか、従来法との比較を交えながら紹介いたします。さらに、大量のウェブページを用いた辞書の自動構築、統計的自然言語処理を活用したランキングの学習、語彙集合の効率的な圧縮方法について解説します。最後に、Google における自然言語処理の役割や、研究分野における自然言語処理との類似点や相違点を事例を交えながら紹介いたします。統計言語モデルの計算、システム構築法の観点から、大規模な言語知識を有するロボットの知能を実現するために役立つ技術を説明します。

第2話 ロボット聴覚における音声認識技術

～ロボット知能化に向けて～

13:00～14:00 小笠原チーフサイエント 中臺 一博

ロボット知能化において、音声を始めとした音の認識や理解（音環境理解）は、画像のそれと並んで重要な研究テーマである。こうした研究テーマに対して、我々は『ロボット聴覚』を新たな研究領域として提案し研究を行ってきた。2008年には、これまでの研究成果をオープンソース

のソフトウェアとしてまとめ、ロボット聴覚ソフトウェア HARK (HRI-JP Audition for Robots with Kyoto University) としてリリース、展開を図っている。本講演では、ロボットの聴覚のための音声認識技術について、従来の音声認識技術との違いを解説する。また、HARK で用いられている音声認識エンジン Julius をベースとして改良を行ったロボット聴覚用音声認識システムの使い方、また、この音声認識システムおよび Julius で用いる一般的な音響モデルや言語モデルの作成法・利用法について紹介する。

第3話 マルチモーダルなカテゴリ分類に基づくロボットの概念形成と語意の獲得

14:20～15:20 電気通信大学 長井 隆行

本講演では、ロボットが経験を通してどのように概念を形成し、さらには人とのコミュニケーションによって語意を獲得するかについて考える。こうした自らが形成した概念や語意を利用して、ロボットの本当の意味での理解を実現したいと考えている。ここではまず、ロボットの「理解」を次のように定義する。(1)理解とは概念を通じた時空間的な予測である。(2)概念はロボットの経験をカテゴライズした結果生成された各クラスターである。(3)各概念に結び付いた音韻的ラベルが単語である。仮に理解がこの定義に従うとすると、問題はロボットが取得するセンサ情報のカテゴリゼーションに帰着することになる。そこで、複数センサから得られるマルチモーダル情報を教師なしでカテゴライズする手法について述べ、その結果として形成された概念に基づき、語意の獲得や実世界（ここでは特に物体を扱う）の理解がどのように実現可能であるかについて考える。

第4話 言語とコミュニケーションの進化的研究：

ロボットコミュニケーションの設計原理へ向けて

15:40～16:40 北陸先端科学技術大学院大学 橋本 敬

人間の創造性や社会性に関わるであろうコミュニケーションと言語について、進化的観点からの検討により明らかにする試みがある。ここで進化的観点とは、生物進化の過程で言語を獲得し扱う能力、記号能力やコミュニケーション能力がどのように進化してきたか、そして、言語・記号過程・コミュニケーションがどのような文化進化のダイナミクスを持つかを検討することである。本講演では、1) Kirby らの「繰り返し学習モデル」による言語の文化進化の研究、および、講演者らが行っている2) 言語の起源・進化に関する構成論的研究と3) 記号的コミュニケーション成立に関する実験的研究を紹介する。1) では、文化進化を通して言語が構造化することを示す。2) では、具体から抽象、内容語から機能語という一方向的意味変化が生じる認知能力・認知バイアスを検討する。3) では、2者間で行う簡単なゲームを用い、不定な意味から共通言語が成立する過程、成立した言語のセマンティクス、シンタックスに見られる特徴を解析する。これらの研究結果から、言語の起源と進化についての仮説、および、ロボットコミュニケーションの設計原理の考察を試みる。

見学会 17:10～17:50 東京大学情報理工学系研究科

國吉・原田研究室
中村・高野研究室